Analyse d’algorithmes d’optimisation

OC Projet 7 :

Résolvez des problèmes en utilisant des algorithmes en Python

Thème :
Algorithme pour optimiser les stratégies d’investissement pour les clients d’une société financière spécialisée dans l'investissement

Propulsé par
M. EL-WALID EL-KHABOU

Juillet 2023

TABLE DES MATIÈRES

Pseudo-code de l’algorithme dit de “Force Brute”

1. Définir MAX_INVEST comme 500 * 100. Cela représente le budget maximal que nous pouvons investir.

2. Définir une fonction get_csv_data:
- Ouvrir le fichier brutforce.csv pour la lecture.
- Pour chaque ligne du fichier (en ignorant la première ligne qui est l'en-tête):
    - Extraire le nom de l'action, le prix et le bénéfice.
    - Convertir le prix et le bénéfice de l'euro en centimes.
    - Renvoyer le nom de l'action, le prix en centimes et le bénéfice en centimes comme une ligne de données.

3. Définir une fonction generate_combinations:
- Initialiser une variable profit à 0. Cela représente le profit maximal actuel.
- Initialiser une liste best_combination vide. Cela représente la meilleure combinaison d'actions actuelle.
- Pour chaque sous-ensemble d'actions (l'algorithme de combinaisons, de taille 1 à la taille totale des actions):
    - Calculer le coût total de la combinaison d'actions.
    - Si le coût total est inférieur ou égal à MAX_INVEST :
        - Calculer le profit total de la combinaison d'actions.
        - Si le profit total est supérieur au profit maximal actuel :
            - Mettre à jour le profit maximal et la meilleure combinaison d'actions.

4. Définir une fonction display_result :
- Afficher le nom de chaque action, son prix et son bénéfice dans la meilleure combinaison d'actions.
- Calculer et afficher la somme dépensée et le profit total.

5. Si le script est exécuté en tant que programme principal :
- Appeler la fonction get_csv_data pour obtenir les actions.
- Appeler la fonction generate_combinations pour obtenir la meilleure combinaison d'actions.
- Appeler la fonction display_result pour afficher le résultat.

Analyse de l’algorithme dit de “Force Brute”

Comment cet algorithme « brutforce » fonctionne t-il ?

- Il compose toutes les combinaisons possibles en fonction du nombre d’actions du Dataset
- Il calcul, pour chaque combinaison, son coût total et le compare au portefeuille du client (fixé à 500€) :

    - Si le coût est trop élevé, il supprime la combinaison
    - Si le coût est égal ou en dessous du montant du porte-feuilles du client, il l’ajoute dans une liste

- Il consulte la liste finale contenant les combinaisons valables et calcul, pour chacune de celles-ci, le bénéfice après 2 ans.
- Il ne conserve que le meilleur bénéfice et l’affiche en console.

Les avantages de cette méthode :

- L’utilisateur a la garantie que l’algorithme va explorer toutes les combinaisons possibles
- L’utilisateur a la garantie de posséder, in fine, la combinaison la plus rémunératrice par rapport à son investissement

Les Inconvénients de cette méthode :

- L’algorithme est lent (environ 12s de temps d’attente pour un dataset de 20 actions seulement)
- Suivant la taille du dataset, l’algorithme peut-être amené à crasher suite à un temps et un nombre de calcul trop long

Processus de réflexion pour la solution optimisée

De quoi est constituée une actions ?

- Une référence.
- Un prix à l'achat.
- Un bénéfice sur 2 ans exprimé en % en relation avec le prix d'achat
  => prix d'achat de l'action X (bénéfice(%) / 100).

Comment devrait se comporter l'algorithme de manière idéal ?

- Il devrait pouvoir donner la meilleure combinaison possible, peut-importe le nombre d'actions référencé.
- Il devrait pouvoir s'exécuter sans aucun crash.
- Il devrait pouvoir s'exécuter instantanément (- de 1s dans le cahier des charges pour l'exemple).

Pseudo-code de l’algorithme optimisé réel

Début

- Initialiser my_data_files avec les chemins d'accès vers les fichiers de données
- Initialiser wallet avec le montant d'argent initial
- Initialiser first_result comme un dictionnaire vide

Définir la fonction read_data(my_data) :

- Lire le fichier CSV avec le chemin my_data et créer un DataFrame df
- Créer une nouvelle colonne 'benefice' dans df par multiplication des colonnes 'price' et profit' divisée par 100
- Filtrer df pour ne garder que les lignes où 'price' est supérieur à 0, inférieur ou égal à wallet et 'benefice' supérieur à 0, trier ces lignes par 'profit' dans l'ordre décroissant et stocker le résultat dans df_sorted
- Retourner df_sorted

Définir la fonction bag_algorithm(df_sorted, wallet) :

- Pour chaque ligne i dans df_sorted :
- Récupérer le prix de l'action action à la ligne i
- Calculer test comme wallet - action
    - Si action est inférieur à wallet et test est supérieur à 0 :
    - Ajouter une nouvelle entrée au dictionnaire first_result avec comme clé le nom de l'action et comme valeur une liste contenant le nom, le prix, le profit et le bénéfice de l'action
- Soustraire action à wallet

Définir la fonction analyse(first_result) :

- Convertir first_result en DataFrame first_result_df avec 'name', 'price', 'profit' et 'benefice' comme colonnes
- Calculer first_result_sum_price comme la somme des prix des actions dans first_result_df
- Calculer first_result_benefice comme la somme des bénéfices des actions dans first_result_df
- Créer actions comme une liste des noms des actions dans first_result_df
- Imprimer first_result_df
- Imprimer actions
- Imprimer first_result_sum_price
- Imprimer first_result_benefice

Définir la fonction main() :

- Pour chaque my_data dans my_data_files :
- Effacer le contenu de first_result2. Marquer le temps de début start_time
- Appeler read_data(my_data) et stocker le résultat dans df_sorted
- Appeler bag_algorithm(df_sorted, wallet)
- Appeler analyse(first_result)
- Marquer le temps de fin end_time
- Imprimer le temps d'exécution comme end_time - start_time

Appeler main()

Fin

Algorithme : Description de l'algorithme "optimisé" (avantages / limites)

L'algorithme utilisé résout le problème dit du "rendu de monnaie". La problématique de ce problème est d'arriver à rendre la monnaie sur un certain montant de la manière la plus efficace possible mais en limitant le nombre de pièces et billets à fournir.
Ici le montant représente le portefeuille du client, la monnaie à rendre va représenter le bénéfice sur 2 ans que cela peut lui apporter, et les pièces et billets vont quant à elles représenter les actions de nos dataset.

Comment cet algorithme « Optimisé » fonctionne t-il ?

- Il va d'abord extraire toutes les actions une par unes afin de calculer le bénéfice sur 2 ans maximum en euros (tout en triant les actions qui semblent incohérentes)
- Il va ensuite classer ses actions de la plus rentable à la moins rentable
- Il va ajouter les actions une par une (qui peuvent "rentrer") dans le portefeuilles du client et additionner les bénéfices au fur et à mesure.

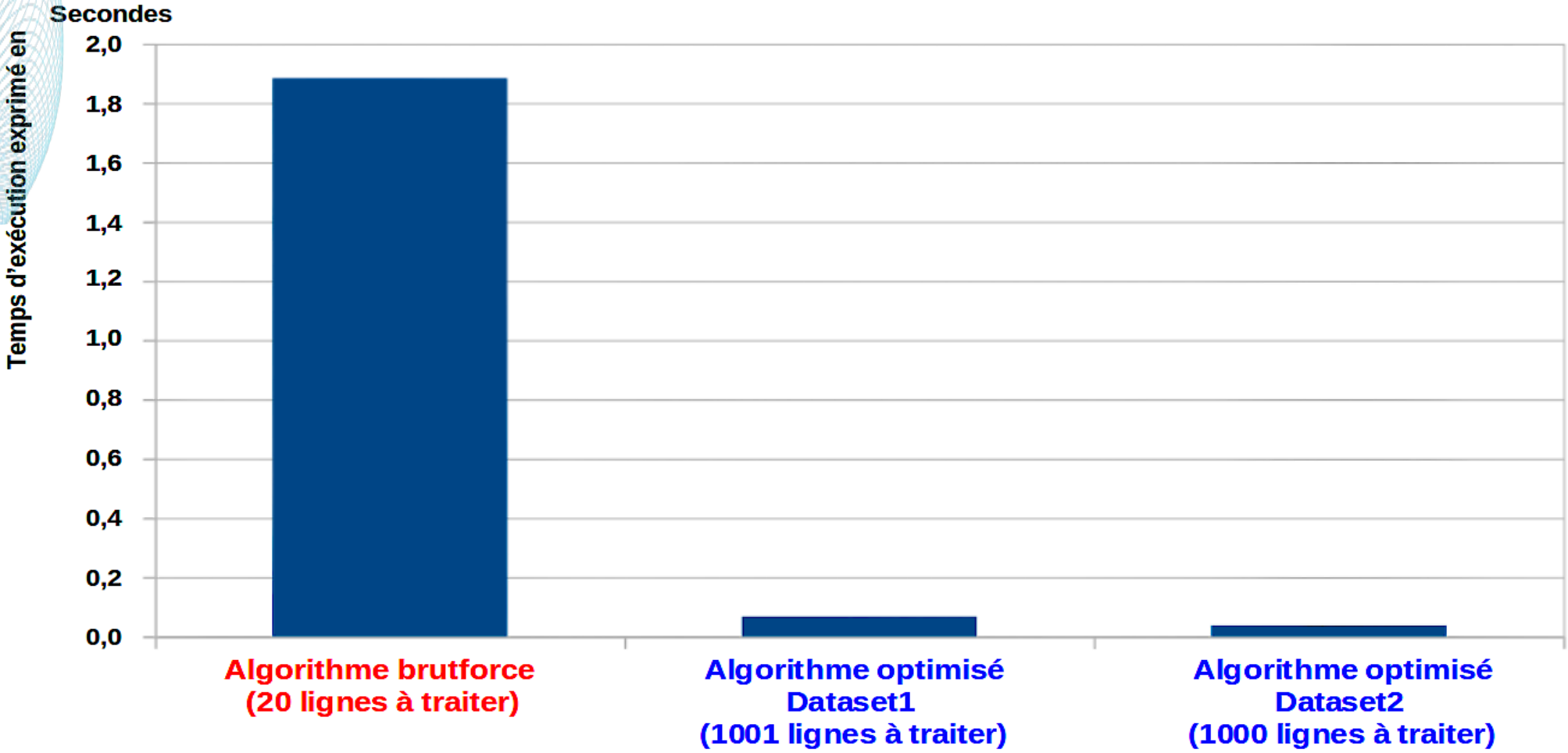
Les avantages de cette méthode :

- L'utilisateur a la garantie que l'algorithme va inclure les actions à fort rendement
- L'algorithme sera beaucoup plus rapide (- de 1s de temps d'exécution)
- Le bénéfice final peut s'avérer être plus intéressant pour le client (voir comparaison avec Sienna)

Les Inconvénients de cette méthode :

- La combinaison proposée ne sera peut-être pas la plus optimale
- Suivant la taille du dataset, les résultats peuvent être assez différents d'une méthode à l'autre

Algorithme : Comparaison de l'efficacité "Force Brute" VS "Optimisé"



Algorithme brutforce (20 lignes à traiter)	Algorithme optimisé Dataset1 (1001 lignes à traiter)	Algorithme optimisé Dataset2 (1000 lignes à traiter)
Somme dépensée : 498,00 €	Somme dépensée : 499,94 €	Somme dépensée : 499,98 €
Total Profit Net : 99,07 €	Total Profit Net : 198,51 €	Total Profit Net : 197,77 €
Temps d'exécution : 1,86 s	Temps d'exécution : 0,053 s	Temps d'exécution : 0,035 s

Algorithme : Comparaison de l’efficacité “Force Brute” VS “Optimisé”

Pourquoi observe-t-on une telle différence de rapidité ?

A) L’Algorithme « brutforce » :

L'algorithme de Force Brute utilise une méthode qui demande à l'ordinateur d'exécuter un nombre extrêmement élevé d'opérations et de combinaisons.

Dans le cas d'un ensemble de données de 20 actions, cet algorithme génère un total de 1 048 576 combinaisons, parmi lesquelles 813 347 coûtent moins de 500€ à l'achat, soit environ 77% de toutes les combinaisons.

De surcroît, l'ordinateur consacre une importante quantité de temps à la création des combinaisons, puis parcourt une seconde liste pour effectuer les calculs et comparaisons, ajoutant ainsi encore du temps supplémentaire.

Le temps nécessaire augmentera proportionnellement à la taille de l'ensemble de données, car la vitesse d'exécution est directement liée au nombre d'opérations à effectuer.

B) L’Algorithme « Optimisé » :

Contrairement à l'algorithme "Optimisé", ce dernier n'a pas besoin de générer de combinaisons. Il se contente de trier les actions de la plus rentable à la moins rentable en termes de bénéfices. Il examine ensuite chacune de ces actions une par une et compare son coût au portefeuille du client.

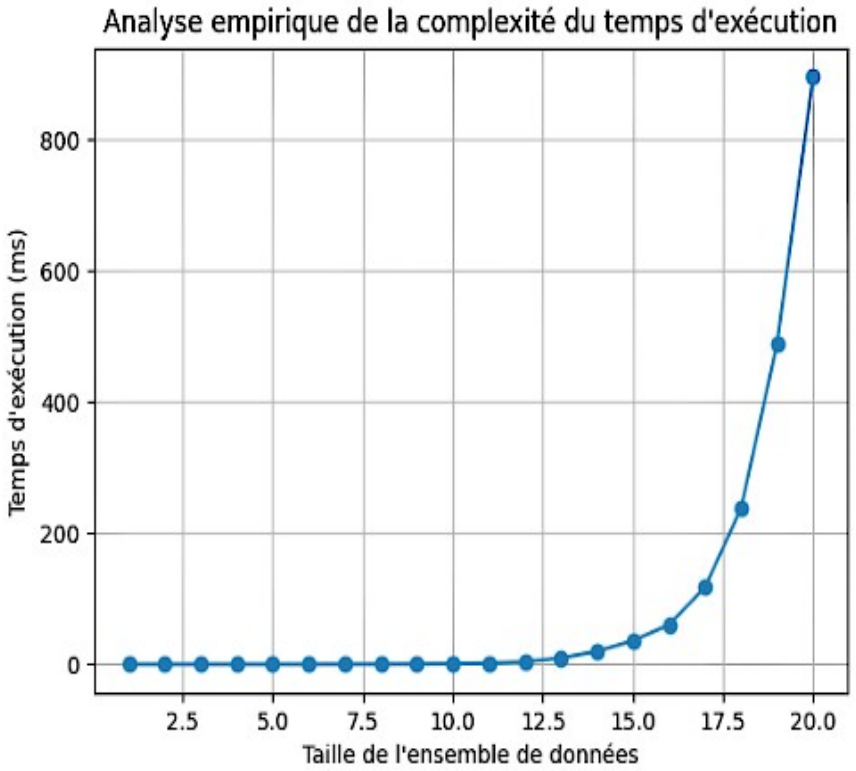
Si l'action est abordable, le programme l'ajoute à la liste finale. Il y a donc nettement moins d'opérations à effectuer avec cette méthode.

Algorithme : Comparaison de l’efficacité “Force Brute” VS “Optimisé”

Comparaison des performances (méthode de notation Big-O)

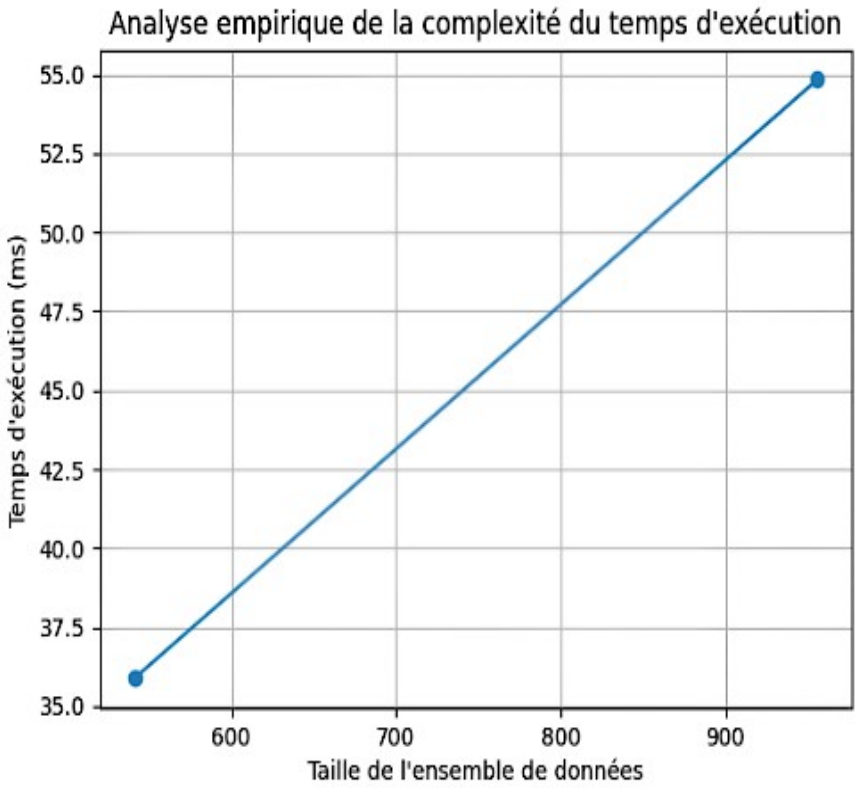
Algorithme de “Force Brute”

Notion BIG_O : O(n^3)



Algorithme “Optimisé”

Notion BIG_O : O(n)



Comparaison côte-à-côte avec les résultats de Sienna (Dataset 1)

	name	price	profit	benefice
0	Share-XJMO	9.39	39.98	3.754122
1	Share-KMTG	23.21	39.97	9.277037
2	Share-MTLR	16.49	39.97	6.591053
3	Share-GTQK	15.40	39.95	6.152300
4	Share-LRBZ	32.90	39.95	13.143550
5	Share-WPLI	34.64	39.91	13.824824
6	Share-GIAJ	10.75	39.90	4.289250
7	Share-GHIZ	28.00	39.89	11.169200
8	Share-IFCP	29.23	39.88	11.656924
9	Share-ZSDE	15.11	39.88	6.025868
10	Share-FKJW	21.08	39.78	8.385624
11	Share-NHWA	29.18	39.77	11.604886
12	Share-LPDM	39.35	39.73	15.633755
13	Share-QQTU	33.19	39.60	13.143240
14	Share-USSR	25.62	39.56	10.135272
15	Share-EMOV	8.89	39.52	3.513328
16	Share-LGWG	31.41	39.50	12.406950
17	Share-QLMK	17.38	39.49	6.863362
18	Share-SKKC	24.87	39.49	9.821163
19	Share-UEZB	24.87	39.43	9.806241
20	Share-CBNY	1.22	39.31	0.479582
21	Share-CGJM	17.21	39.30	6.763530
22	Share-EVUW	4.44	39.22	1.741368
23	Share-FHZN	6.10	38.09	2.323490
24	Share-MLGM	0.01	18.86	0.001886

```
==========================================
Total d'actions achetées : 499.94€
Total des Bénéfices Net  : 198.51€
Temps d'exécution : 0.065 secondes
```

Traitement du Dataset-1 avec notre Algorithme Optimisé

```
Sienna bought:

Share-GRUT

Total cost: 498.76â,¬
Total return: 196.61â,¬
```

Résultat de Sienna

Les résultats ne correspondent visiblement pas avec l'algorithme de Sienna.

Cependant nous pouvons ici remarquer que le bénéfice sur 2 ans est plus important avec notre algorithme optimisé (+ 1,90€) mais que le coût de cette combinaison est aussi plus élevée (+1,18€).

La différence coût supplémentaire VS Bénéfice supplémentaire reste néanmoins meilleure avec l'algorithme optimisé (+0,72€).

Le rendement de notre combinaison est de 39,70% contre 39,41% par rapport à l'algorithme de Sienna

Comparaison côte-à-côte avec les résultats de Sienna (Dataset 2)

	name	price	profit	benefice
0	Share-PATS	27.70	39.97	11.071690
1	Share-ALIY	29.08	39.93	11.611644
2	Share-JWGF	48.69	39.93	19.441917
3	Share-NDKR	33.06	39.91	13.194246
4	Share-PLLK	19.94	39.91	7.958054
5	Share-FWBE	18.31	39.82	7.291042
6	Share-LFXB	14.83	39.79	5.900857
7	Share-ZOFA	25.32	39.78	10.072296
8	Share-ANFX	38.55	39.72	15.312060
9	Share-LXZU	4.24	39.54	1.676496
10	Share-FAPS	32.57	39.54	12.878178
11	Share-XQII	13.42	39.51	5.302242
12	Share-ECAQ	31.66	39.49	12.502534
13	Share-JGTW	35.29	39.43	13.914847
14	Share-IXCI	26.32	39.40	10.370080
15	Share-DWSK	29.49	39.35	11.604315
16	Share-ROOM	15.06	39.23	5.908038
17	Share-VCXT	29.19	39.22	11.448318
18	Share-YFVZ	22.55	39.10	8.817050
19	Share-OCKK	3.16	36.39	1.149924
20	Share-JMLZ	1.27	24.71	0.313817
21	Share-DYVD	0.28	10.25	0.028700

```
==========================================
Total d'actions achetées : 499.98€
Total des Bénéfices Net  : 197.77€
Temps d'exécution : 0.036 secondes
```

Traitement du Dataset-2 avec notre Algorithme Optimisé

Résultat de Sienna

```
Sienna bought:
Share-ECAQ 3166
Share-IXCI 2632
Share-FWBE 1830
Share-ZOFA 2532
Share-PLLK 1994
Share-YFVZ 2255
Share-ANFX 3854
Share-PATS 2770
Share-NDKR 3306
Share-ALIY 2908
Share-JWGF 4869
Share-JGTW 3529
Share-FAPS 3257
Share-VCAX 2742
Share-LFXB 1483
Share-DWSK 2949
Share-XQII 1342
Share-ROOM 1506

Total cost: 489.24â,¬
Profit: 193.78â,¬
```

Ici les résultat semblent plus proche entre les deux algorithmes (22 actions contre 18 pour Sienna) puisque plusieurs actions se retrouvent dans les deux combinaisons (ECAQ - IXCI - FWBE - NDKR …)

Cependant nous pouvons ici remarquer que le bénéfice sur 2 ans est plus important avec notre algorithme optimisé (+ 4,00 €) mais que le coût de cette combinaison est aussi plus élevée (+10,74€).

La différence coût supplémentaire VS Bénéfice supplémentaire est clairement déficitaire (-6,74€ par rapport à la combinaison de Sienna).

Malgré tout nous constatons que le rendement de notre algorithme est de 39,55% contre 39,60% pour celui de Sienna ce qui ne représente pas une différence flagrante